

## **Висновок**

Розроблена математична модель може бути використана для розрахунку концентрації дрібнодисперсного пилу на заданій відстані від джерела при певній швидкості вітру та заданій потужності джерела. Аналіз адекватності математичної моделі відносно експериментальних даних свідчить про адекватність розробленої математичної моделі і збіжність результатів на рівні 85%.

**Список літератури:** 1. Расчет загрязнения атмосферы при аварии на базе модели конвективно-диффузионного переноса примеси / А. В. Радкевич, Н. Н. Беляев, А. А. Степаненко [та ін.] // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. – 2010. – вип. 32. – С. 203 – 205. 2. Марчук Г. И. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1982. – 320 с. 3. Hanna S. Air Quality Modelling over Short Distances / S. Hanna // College on Atmospheric Boundary Layer and Air Pollution Modelling, 1994. - № SMR/760-2. – P. 712 – 743. 4. Козій І. С. Паспортизація пилу двоокису титану та пошук шляхів для зменшення його втрат на ВАТ «Сумихімпром» / І. С. Козій, Л. Д. Пляцук, Л. Л. Гурець, С. В. Вакал // Вісник КДПУ ім. М.Остроградського – 2009. - №6(59). – С. 193-195.

*Надійшла до редколегії 20.11.2012*

УДК 502.174:66.074 - 963

**Моделювання розсіювання дрібнодисперсного пилу в атмосфері від стаціонарних джерел забруднення / І. С. Козій, Л. Л. Гурець, О. П. Будьоний // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2012. - № 66 (972). – С. 114-118. – Бібліогр.: 4 назв.**

Разработана математическая модель рассеивания твердых частиц и ее решение методом конечных элементов с учетом дисперсности пыли, которая может быть использована для расчета концентрации мелкодисперсной пыли на заданном расстоянии от источника при определенной скорости ветра и заданной мощности источника.

**Ключевые слова:** мелкодисперсная пыль, загрязнение, атмосфера, прогноз рассеивания.

A mathematical model for dispersion of particulate matter and its solution by finite elements, with the dispersion of dust, which can be used to calculate the concentration of fine dust at a given distance from the source at a given wind speed and a given power source.

**Keywords:** fine dust, pollution, atmosphere, forecast dispersion.

**УДК 631.61**

**Н. А. МАКАРЕНКО**, аспирант, СумГУ, . Сумы

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ**

Проведены исследования по связыванию тяжелых металлов в нерастворимые комплексные соединения за счет внесения органо-минеральных удобрений, на основе отечественных фосфоритов, исследования процесса вымывания тяжелых металлов из почвенного слоя.

**Ключевые слова:** тяжелые металлы, комплексные удобрения, гуматы, детоксикация почв.

### **Введение**

Тяжелые металлы являются одним из факторов загрязнения почв, имеют канцерогенные свойства и представляют потенциальную опасность для здоровья человека и окружающей среды. Для предотвращения негативного влияния токсикантов, необходимо изучение особенностей миграции, накопления и трансформации тяжелых металлов в почвах.

© Н. А. МАКАРЕНКО, 2012

Почва является природным барьером, который удерживает поступление тяжелых металлов в растения и миграцию их в смежные среды. Содержание подвижных форм тяжелых металлов в почве влияет на интенсивность водной миграции тяжелых металлов и их доступность для высших растений и таким образом характеризует потенциальную опасность накопления тяжелых металлов в почвах и растениях [1].

Тяжелые металлы имеют свойство накапливаться, мигрировать в почвенном слое при этом происходит загрязнение верхних слоев почвы и подземных вод. В связи с этим возникает необходимость решения задачи по связыванию подвижных водорастворимых форм тяжелых металлов в нерастворимые комплексные соединения для снижения негативного влияния ТМ на почву и растения. Результаты данных исследований являются основой для разработки новых видов минеральных удобрений.

### **Целью работы**

Целью работы является исследование по связыванию тяжелых металлов в нерастворимые комплексные соединения за счет внесения гумат содержащих минеральных удобрений, исследование процесса вымывания тяжелых металлов из почвенного слоя под действием атмосферных осадков, подбор оптимального состава экологически целесообразных органо-минеральных удобрений.

### **Методика экспериментов**

Образцы минеральных удобрений получены на тарельчатом грануляторе методом окатывания. Валовое содержание, подвижные и водорастворимые формы тяжелых металлов определяли по методике ЦИНАО на атомно-абсорбционном спектрофотометре с электротермической атомизацией [2]. Содержание  $K_2O$ ,  $P_2O_5$  в почве определяли по методу Чирикова, рН солевое определяли рН-метром с добавлением хлорида калия. Статистическую прочность гранулированных удобрений определяли экстензометром ИПГ-1.

### **Обсуждение результатов**

Предприятия химической промышленности, черной и цветной металлургии, ТЭЦ (работающие на угле) относятся к группе основных загрязнителей окружающей среды тяжелыми металлами. Около 90-95% тяжелых металлов от этих предприятий поступает в почву в виде техногенной пыли, частично тяжелые металлы поступают в почву вместе с минеральными удобрениями, в состав которых они входят и концентрируются в верхнем слое почвы. Поэтому актуальным является вопрос о снижении негативного влияния тяжелых металлов в почве.

В ходе решения поставленной задачи были проведены исследования по разработке рецептур органо-минеральных азотных удобрений с оболочкой на основе фосфорита и цеолита. На модельном тарельчатом грануляторе изготовлена опытная партия азотсодержащих органо-минеральных удобрений на основе карбамида. Одним из преимуществ карбамида является отсутствие подкисляющего действия на почву. Для улучшения комплексного действия в качестве основы для оболочки были использованы фосфориты Ново-Амвросиевского месторождения, цеолит и гумат калия. В качестве пластификатора использовался 50% раствор карбамида.

Химический состав опытных образцов органо-минеральных удобрений с оболочкой приведен в табл. 1.

Влияние новых видов удобрений (табл.1) на вымывание тяжелых металлов, азота, фосфора и калия из почвы проводили в ходе экспериментов с почвенными колонками. В качестве объекта исследования была взята почва серая лесная, ее характеристика представлена в табл. 2. Содержание свинца и кадмия в исходной почве представлены в табл. 3.

Таблица 1 – Химический состав опытных образцов органо-минеральных удобрений с оболочкой

| № п/п | Вид удобрения  | Показатели, %    |                                    |   |                   |                  |
|-------|--|------------------|------------------------------------|---|-------------------|------------------|
|       |  | K <sub>2</sub> O | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> общ. | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub><br>в.р.ф. | N <sub>общ.</sub> | H <sub>2</sub> O |
| 1     | Карбамид покрытый фосфоритом, пластификатор 50% раствор карбамида                          | 0,24             | 4,3                                | 2,5                                     | 24,4              | 0,5              |
| 2     | Карбамид покрытый фосфоритом и цеолитом, пластификатор 50% раствор карбамида               | 0,31             | 4,09                               | 2,17                                    | 23,97             | 0,76             |
| 3     | Карбамид покрытый фосфоритом, пластификатор 50% раствор карбамида и гумат калия            | 0,3              | 4,33                               | 4,25                                    | 24,4              | 0,45             |
| 4     | Карбамид покрытый фосфоритом и цеолитом, пластификатор 50% раствор карбамида и гумат калия | 0,36             | 5,17                               | 2,9                                     | 17,45             | 0,45             |

Таблица 2 – Содержание свинца и кадмия в серой лесной почве

| № | Показатель            | Pb, мг/кг | Cd, мг/кг |
|---|-----------------------|-----------|-----------|
| 1 | Валовое содержание    | 6,1       | <0.1      |
| 2 | Водорастворимые формы | <1.0      | <0.1      |
| 3 | Подвижные формы       | <2.0      | <0.1      |

Маса почвы в колонке 1 кг, высота колонки 30 см., диаметр колонки 8,3 см. Для увлажнения почвы до полной ее влагоемкости было израсходовано 275 мл воды в каждую колонку (объем воды определялся экспериментальным путем). Для увлажнения почвы в каждой колонке было использовано 230 мл воды, из расчета среднемесячного количества осадков.

Таблица 3 – Агрохимическая характеристика почвы серая лесная

| рН  | Гидро-литическая кислотность, мг экв/100г почвы | Сумма поглощенных оснований, мг экв/100г почвы | Гумус, % | Азот легко гидролизуемый, мг/кг | Содержание подвижных форм, мг/кг |                  |
|-----|---|--|----------|---------------------------------|----------------------------------|------------------|
|     |   |  |          |                                 | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>    | K <sub>2</sub> O |
| 5,0 | 1,6   | 11,2   | 1,68     | 42                              | 139                              | 90               |

Одним из негативных аспектов производства минеральных удобрений является наличие свинца и кадмия в исходном сырье, поэтому частично эти тяжелые металлы содержатся и в полученных удобрениях. Содержание свинца и кадмия в опытных образцах удобрений представлены в табл. 4.

Таблица 4 – Содержание Pb и Cd в опытных образцах удобрений.

| № | Вид удобрений  | Показатели, мг/кг |      |
|---|--|-------------------|------|
|   |  | Pb                | Cd   |
| 1 | Карбамид покрытый фосфоритом, пластификатор 50% раствор карбамида                          | 10,8              | 0,25 |
| 2 | Карбамид покрытый фосфоритом и цеолитом, пластификатор 50% раствор карбамида               | 10,6              | 0,16 |
| 3 | Карбамид покрытый фосфоритом, пластификатор 50% раствор карбамида и гумат калия            | 10,0              | 0,13 |
| 4 | Карбамид покрытый фосфоритом и цеолитом, пластификатор 50% раствор карбамида и гумат калия | 8,8               | 0,14 |

Для определения степени вымывания свинца и кадмия из почвы и внесенных удобрений, в почвенных колонках было проведено 4 промывки почвы. Количество внесенных удобрений было рассчитано по действующему веществу (по азоту), которое взято в двойной дозе N<sub>120</sub> Результаты анализа промывных вод представлены в табл. 5.

Таблица 5 – Содержание свинца и кадмия в промывных водах при внесении в почву двукратной дозы опытных образцов удобрений

| Вид опытных образцов удобрений   | Промывка № 1     |         | Промывка № 2     |         | Промывка № 3     |         | Промывка № 4     |         |
|--|------------------|---------|------------------|---------|------------------|---------|------------------|---------|
|  | Содержание, мг/л |         | Содержание, мг/л |         | Содержание, мг/л |         | Содержание, мг/л |         |
|  | Pb               | Cd      | Pb               | Cd      | Pb               | Cd      | Pb               | Cd      |
| 1  | 2                | 3       | 4                | 5       | 6                | 7       | 8                | 9       |
| Контроль (без удобрений)   | 0,033            | 0,0014  | 0,034            | 0,0006  | 0,034            | 0,00008 | 0,00610          | 0,00032 |
| Карбамид покрытый фосфоритом, пластификатор 50% розчин карбамида, N <sub>120</sub>                           | 0,00260          | 0,00063 | 0,00715          | 0,00039 | 0,00127          | 0,00000 | 0,00125          | 0,00000 |
| Карбамид покрытый фосфоритом и цеолитом, пластификатор 50% раствор карбамида, N <sub>120</sub>               | 0,00390          | 0,00031 | 0,12782          | 0,00027 | 0,00855          | 0,00083 | 0,00162          | 0,00000 |
| Карбамид покрытый фосфоритом, пластификатор 50% раствор карбамиду и гумат калия, N <sub>120</sub>            | 0,00758          | 0,00000 | 0,00224          | 0,00001 | 0,00779          | 0,00050 | 0,00203          | 0,00000 |
| Карбамид покрытый фосфоритом и цеолитом, пластификатор 50% раствор карбамида и гумат калия, N <sub>120</sub> | 0,00486          | 0,00014 | 0,00554          | 0,00118 | 0,00343          | 0,00010 | 0,00856          | 0,00000 |

Под действием атмосферных осадков происходит перемещение и вымывание не только тяжелых металлов внутри почвенного слоя, но и основных макроэлементов, которые играют важную роль для роста и развития растений. Содержание основных

макроэлементов в промывных водах при внесении в почву двукратной дозы опытных образцов удобрений представлено в табл. 6.

Таблица 6 – Содержание основных макроэлементов в промывных водах при внесении в почву двукратной дозы опытных образцов удобрений

| Вид опытных образцов удобрений   | Промывка №1                     |                 |             | Промывка №2      |                 |             | Промывка №3      |                 |             | Промывка №4      |                 |             |
|--|---------------------------------|-----------------|-------------|------------------|-----------------|-------------|------------------|-----------------|-------------|------------------|-----------------|-------------|
|  | Содержание, мг/ дм <sup>3</sup> |                 |             |                  |                 |             |                  |                 |             |                  |                 |             |
|  | K <sub>2</sub> O                | азот аммонийный | ортофосфаты | K <sub>2</sub> O | азот аммонийный | ортофосфаты | K <sub>2</sub> O | азот аммонийный | ортофосфаты | K <sub>2</sub> O | азот аммонийный | ортофосфаты |
| Контроль (без удобрений)   | 5,48                            | 0,21            | 3,6         | 4,89             | 0,57            | 2,5         | 3,86             | 0,62            | 1,94        | 4,37             | 1,08            | 2,38        |
| Карбамид покрытый фосфоритом, пластификатор 50% розчин карбамида, N <sub>120</sub>                           | 6,60                            | 23,3            | 2,85        | 5,26             | 3,6             | 2,04        | 3,66             | 0,51            | 2,1         | 7,96             | 31,5            | 2,4         |
| Карбамид покрытый фосфоритом и цеолитом, пластификатор 50% раствор карбамида, N <sub>120</sub>               | 5,96                            | 2,07            | 1,65        | 3,55             | 0,47            | 2,21        | 8,70             | 16,0            | 2,15        | 5,88             | 2,7             | 1,62        |
| Карбамид покрытый фосфоритом, пластификатор 50% раствор карбамиду и гумат калия, N <sub>120</sub>            | 3,07                            | 0,57            | 1,89        | 6,05             | 17,6            | 2,75        | 4,86             | 3,6             | 2,23        | 4,12             | 0,74            | 2,11        |
| Карбамид покрытый фосфоритом и цеолитом, пластификатор 50% раствор карбамида и гумат калия, N <sub>120</sub> | 4,57                            | 0,53            | 2,17        | 4,18             | 0,57            | 1,69        | 4,71             | 0,57            | 1,43        | 3,13             | 0,83            | 2,48        |

Сорбционные процессы являются первичными в распределении ионов тяжелых металлов между почвенными фазами, поступающих в почву из техногенных источников. Связывание тяжелых металлов происходит в результате различных процессов и реакций, включая адсорбцию и ионный обмен, абсорбцию и осаждение, комплексообразование и др. Гуминовые кислоты почв обладают уникальным свойством связывать тяжелые металлы в нерастворимые или малорастворимые комплексные соединения.

Гуминовые кислоты являются фракцией гуминовых веществ, которая растворима в щелочах и нерастворима в кислотах (при  $pH < 2$ ). Гуминовые кислоты хорошо связывают катионы металлов и органические экотоксиканты в почвах и водных средах, в результате чего изменяется форма существования загрязнителей и их миграционная способность. Все гуминовые вещества полифункциональные, их молекулы содержат карбоксильные группы  $-COOH$ , фенольные  $-OH$ , хинонные, аминогруппы  $-NH_2$ . Из кислотосодержащих групп, карбоксильная группа ( $COOH$ ) самая реакционноспособная, принимает участие в катионном и лигандном обмене или реакциях специфической адсорбции. Интенсивная диссоциация групп  $COOH$  происходит при  $pH$  от 3,0 до 6,0. Фенольная гидроксильная группа ( $OH$ ) является второй по реакционной способности группой и диссоциирует на ионы при  $pH$  8,0. Спиртовые  $OH$ -группы – слабокислые, и они взаимодействуют с металлами хуже, чем  $-COOH$  или фенольные  $OH$ -группы.

### **Выводы**

Полученные результаты исследований новых органо-минеральных удобрений, открывают перспективу производства экологически чистой сельхозпродукции в зонах повышенного загрязнения почв. Использование органо-минеральных удобрений, особенно с гуматами позволяет снижать накопление подвижных форм тяжелых металлов не только в почвенном слое, но и в растениях.

**Список литературы:** 1. Байдина Н. Л. Инактивация тяжелых металлов гумусом и цеолитами в техногенно загрязненной почве // Почвоведение. 1994.- №9. С.121-125. 2. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства (2-е издание, переработанное и дополненное) ЦИНАО – М., 1992. – 61 с.

*Надійшла до редколегії 20.11.2012*

УДК 631.61

**Исследования эффективности применения комплексных органо-минеральных удобрений для уменьшения загрязнения почв тяжелыми металлами / Н. А. Макаренко // Вісник НТУ «ХП». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХП», – 2012. - № 66 (972). – С. 118-123. – Бібліогр.: назв.**

Проведені дослідження по зв'язуванню важких металів у нерозчинні комплексні сполуки за рахунок внесення органо-мінеральних добрив, на основі вітчизняних фосфоритів, дослідження процесу вимивання важких металів з ґрунтового шару.

**Ключові слова:** важкі метали, органо-мінеральні добрива, гумати, фосфорити, детоксикація ґрунтів.

The investigations on the binding of heavy metals into insoluble complexes by introducing organic and mineral fertilizers on the basis of domestic phosphate rock, the study of leaching of heavy metals from the soil.

**Keywords:** heavy metals, complex fertilizers, humates, detoxification of soils.

УДК 661.931

*Г. И. ЩЕРБАНЬ*, аспирант, ЗГИА, Запорожье

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОТНОШЕНИЯ ПЛОТНОСТЕЙ ЭЛЕКТРОЛИТА И РАСПЛАВА АЛЮМИНИЯ В ЭЛЕКТРОЛИЗЕРЕ**

Представлены результаты исследования по определению отношения плотностей электролита и алюминия при ведении процесса электролиза криолит- глиноземных расплавов. Обсуждается технология определения параметров алюминиевого электролизера косвенными методами, позволяющая повысить качество управления процессом.

**Ключевые слова:** электролит, расплав алюминия, плотность, косвенный метод

© Г. И. ЩЕРБАНЬ, 2012